

JP-11-109388E

[Title of the Invention]      METHOD OF FABRICATING LIQUID  
CRYATAL DISPLAY DEVICE

[Abstract]

[Object] There is provided a method of fabricating a liquid crystal display device which is capable of preventing a liquid crystal from being contaminated and deteriorated by a sealant by improving a dropping method that has been proposed at present.

[Solving Means] This method has the constitution formed by dropping a desired quantity of liquid crystal (50) under reduced pressure inside an ultraviolet or visible curable sealant (52) formed on one substrate (12) in a frame shape, positioning the other substrate (11) and further decreasing pressure to bring the opposite substrates (11 and 12) into contact with the sealant (52) to overlap the opposite substrates, increasing pressure to form a gap between the opposite substrates (11 and 12), and curing the sealant (52) before the liquid crystal (50) is diffused to come into contact with the sealant (52).

[Claims]

[Claim 1] A method of fabricating a liquid crystal display device, comprising:

a first step of loading a desired quantity of liquid crystal under reduced pressure inside a sealant formed on a first substrate in a frame shape;

a second step of positioning the first substrate to a second substrate and bringing the second substrate into contact with the sealant to overlap with the sealant; and

a third step of increasing pressure to cure the sealant before the liquid crystal during diffusion comes into contact with the sealant.

[Claim 2] The method according to Claim 1, wherein, after the positioning of the second step, the pressure is decreased.

[Claim 3] The method according to Claim 1, wherein in the first step, the liquid crystal is dropped at a plurality of points on the first substrate.

[Claim 4] The method according to Claim 3, wherein the sealant includes an ultraviolet or visible curable resin adhesive and in the third step, the sealant is cured by ultraviolet or visible rays.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a method of fabricating a liquid crystal display device having a liquid crystal display element constructed to overlap two substrates at a predetermined interval to encapsulate a liquid crystal in a gap between the substrates.

[0002]

[Description of the Related Art]

A liquid crystal display device (or a liquid crystal module) is composed of: a liquid crystal display element (such as a liquid crystal display section, a liquid crystal display panel, or a liquid crystal display) that overlaps two insulating substrates made of transparent glass spaced apart at a predetermined interval so that stacking surfaces of a variety of layers such as transparent pixel electrodes, alignment layers etc. are opposite to each other, bonds the opposite substrates using a sealant applied around the edge between the opposite substrates in a frame shape (in a substantially quadrilateral shape) to simultaneously seal a liquid crystal between the opposite substrates inside the sealant, and attaches polarizers outside the opposite substrates respectively; a backlight that is disposed under the liquid crystal display element and supplies light to the liquid crystal display element; a circuit board for driving the liquid crystal display element which is disposed outside

the outer circumference of the liquid crystal display element; a mold frame that is formed of a plastic mold supporting the respective members; a metal shield case (or a metal frame) that accommodates the respective members, covers around the liquid crystal display element and has an opening exposing a display region of the liquid crystal display element, and so on.

[0003]

Figs. 10a to 10e are schematic cross-sectional views showing a conventional first liquid crystal encapsulating method (or an injecting method), respectively.

[0004]

First, as shown in Fig. 10a, alignment layers (not shown in Fig. 10a, but see reference numbers 21 and 22 in Figs. 5 and 6) are formed on two substrates, respectively. A thermoset sealant (sealant) 52 is applied on the alignment layer of the one substrate 12 in a frame shape around an edge of the substrate except a portion of a liquid crystal injection port.

[0005]

Then, spacers (not shown) are dispersed on the alignment layer of the substrate 12, wherein each of the spacers secures a gap (interval) between the two substrates. Then, the other substrate 11 is positioned to the substrate 12, brought into contact with the sealant 52 before the

sealant 52 is cured as shown in Fig. 10b, and laid over and bonded with the substrate 12.

[0006]

Subsequently, as shown in Fig. 10c, the substrates 12 and 11 are pressed through two pressurizing plates 13 and 14 and are bonded by the pre-cured sealant material 52. Thereby, an empty cell 60 is fabricated.

[0007]

Next, as shown in Fig. 10d, the liquid crystal injection port 51 is dipped in the liquid crystal 50 contained in a liquid crystal dish 17 under reduced pressure. Then, the pressure is increased (i.e. returns to an atmospheric pressure), the liquid crystal 50 is injected into the empty cell 60 by a pressure difference.

[0008]

Finally, as shown in Fig. 10e, the liquid crystal injection port 51 is sealed by a sealing resin (or an adhesive). This liquid crystal encapsulating method is called an injecting method.

[0009]

Fig. 11a is a schematic cross-sectional view showing a conventional second liquid crystal encapsulating method (or a dropping method), and Fig. 11b is a magnified view of a main part of Fig. 11a.

[0010]

First, as shown in Fig. 11a, an alignment layer (not shown) is formed on a substrate 12. A sealant 52 is formed on the alignment layer of the substrate 12 in a frame shape without a liquid crystal injection port. Then, spacers (not shown) are dispersed on the alignment layer of the substrate 12. Subsequently, a desired quantity of liquid crystal 50 is dropped on a central portion of the substrate 12. Next, the substrate 12 is positioned to another substrate 11, laid over the substrate 11 through the sealant 52 before the sealant 52 is cured. The substrates 12 and 11 are pressed through pressurizing plates 13 and 14, and thereby the liquid crystal 50 is stretched throughout the substrates. The substrates 12 and 11 are bonded by the pre-cured sealant material 52. Thereby, an empty cell 60 encapsulated with the liquid crystal is fabricated. Hereinafter, this liquid encapsulating method is called a "dropping method." This dropping method is disclosed, for example, in a Japanese Patent Application Publication No. Showa 63 (1988)-179323.

[0011]

[Problems to be Solved by the Invention]

As to the injecting method, because the gap between the opposite substrates 11 and 12 has a very narrow interval of several  $\mu\text{m}$ , it takes a long time from 3 to 10 hours to inject the liquid crystal into the narrow interval, which causes production efficiency to be lowered and hinders the

liquid crystal display element from being formed at a large size and with high precision. Furthermore, in the injecting method, it is easy to generate contamination of the liquid crystal by dipping, waste of the expensive liquid crystal by the dipping, mixture of air bubbles into the liquid crystal during the injection, vacuum bubbles, and mixture of air bubbles during sealing after the injection. Further, in order to secure an adhesion at a portion where the injection port is sealed, it is necessary to wipe out the liquid crystal around the injection port after the dipping, and to cleanse the liquid crystal attached on the gap portion between the opposite substrates around the injection port, and thereby the number of fabrication processes is increased.

[0012]

In order to solve these problems, the dropping method has been proposed. However, in the conventional dropping method, the sealant is not cured before the liquid crystal is brought into contact with the sealant. As such, there is a problem in that components of the sealant are eluted to the liquid crystal to thereby deteriorate the liquid crystal to lower a quality of display, or that the liquid crystal leaks out through the sealant (see Fig. 11b). For example, according to disclosure of Japanese Patent Application Publication No. Showa 63 (1988)-179323, overlapping the other substrate, reducing the pressure, and compressing are

performed until the liquid crystal is loaded, diffused, and reaches a cross-section of the surrounded sealant. Then, the sealant is solidified.

[0013]

Further, in the dropping method, if the sealant is cured before the one substrate overlaps with the other substrate by means of the sealant, it is impossible to form the gap between the opposite substrates.

[0014]

In order to solve the above-mentioned problems, an objective of the present invention is to provide a method of fabricating a liquid crystal display device capable of improving the conventional dropping method to prevent contamination of a liquid crystal caused by a sealant.

[0015]

[Means for Solving the Problems]

In order to accomplish the above-mentioned objects, a method of fabricating a liquid crystal display device of the present invention is characterized by loading a desired quantity of liquid crystal under reduced pressure inside a sealant formed on one substrate in a frame shape, positioning the other substrate to bring the other substrate into contact with the sealant to overlap the opposite substrates, and increasing pressure to cure the sealant before the liquid crystal is diffused to come into contact



with the sealant. In this manner, the sealant is cured before the liquid crystal diffused toward the peripheral sealant is brought into contact with the sealant, and thereby components of the sealant can be prevented from being eluted to the liquid crystal. As a result, it is possible to prevent deterioration of the liquid crystal.

[0016]

Further, the liquid crystal is dropped under the reduced pressure, so that no gas is sucked into the liquid crystal.

[0017]

In addition, after the positioning of the opposite substrates in the second process, the pressure is decreased. Thereby, no air bubble is left in a cell.

[0018]

Further, after the dropping of the liquid crystal under the reduced pressure and the overlapping of the opposite substrates, the pressure is increased. Thereby, the gap between the opposite substrates is formed by a pressure difference between inside and outside the cell. Thereafter, the curing of the sealant is completed. Then, the liquid crystal is gradually diffused to come into contact with the sealant. Thereby, the liquid crystal can be prevented from being in contact with the sealant that has not been yet cured.

[0019]

Besides, in the first process, the liquid crystal is dropped at several points on the first substrate, and thereby no air bubble is left in the cell.

[0020]

Furthermore, as the sealant, an ultraviolet or visible ray curable resin adhesive is used. In the third process, the sealant is cured by ultraviolet or visible rays. Thereby, the sealant can be easily cured before the liquid crystal is brought into contact with the sealant.

[0021]

[Embodiments]

Hereinafter, embodiments of the present invention will be described in detail with reference to the attached drawings. Further, in the drawings, parts having the same function are denoted by the same reference numbers, and their description will be omitted.

[0022]

Figs. 1a to 1e are schematic cross-sectional views showing a liquid crystal encapsulating method (dropping method) according to one embodiment of the present invention, respectively. Fig. 2a is the same view as Fig. 1d, and Fig. 2b is a magnified view of a main part of Fig. 2a.

[0023]

First, as shown in Fig. 1a, a sealant 52 formed of an

ultraviolet or visible curable resin adhesive is applied, in a frame shape, around an edge of one substrate 12 on which an alignment layer (not shown here but see a reference number 21 or 22 Fig. 5 or 6). Then, the substrate 12 inside the sealant 12 is applied thereon with, for example, a solvent that mixes a plurality of beads having a diameter of 6.5  $\mu\text{m}$ .

[0024]

Subsequently, a liquid crystal 50 is dropped at several points under reduced pressure (e.g., about a pressure of 10 Torr) using a liquid crystal dropping dispenser 1 (Fig. 4) as shown in Fig. 1b, wherein the dropping of the several points are not shown for brevity). Further, dropping the liquid crystal 50 under the reduced pressure is for preventing any gas from being sucked into the liquid crystal 50.

[0025]

Next, as shown in Fig. 1c, the other substrate 11 is positioned to the substrate 12. Further, the pressure is decreased (e.g. up to about 0.1 Torr), the substrate 11 is brought into contact with the pre-cured sealant 52 to overlap with the substrate 12. In this manner, the reduction of the pressure after the substrates 11 and 12 are positioned is for preventing any air bubble from being left in a liquid crystal cell 60.

[0026]

Then, as shown in Figs. 1d, 2a and 2b, the pressure is increased (e.g. up to about hundreds of Torr. A gap is formed between the opposite substrates 11 and 12 by a pressure difference between inside and outside the liquid crystal cell 60, and the gap is formed at a seal portion 52 at constant pressure. In Fig. 4d, a plurality of arrows a indicate the constant pressure.

[0027]

Finally, as shown in Fig. 1e, before the liquid crystal 50 diffused toward the peripheral sealant 52 comes into contact with the sealant 52, the sealant 52 is cured by irradiating ultraviolet or visible rays from an ultraviolet or visible ray irradiation lamp 7 of Fig. 4. In this manner, before the diffused liquid crystal 50 is brought into contact with the sealant 52, the sealant 52 is cured. Thereby, it is possible to prevent components of the sealant 52 from being eluted into the liquid crystal, and thus to prevent the liquid crystal from being deteriorated. In addition, the liquid crystal 50 can be prevented from being leaked out through the sealant 52.

[0028]

Fig. 3 is a flowchart of the liquid crystal encapsulating method shown in Figs. 1 and 2 in accordance with one embodiment of the present invention.

[0029]

The flowchart of Fig. 3 is as follows: (1) preparing one substrate 12, (2) printing an alignment layer and rubbing, (3) forming a sealant 52 on the substrate 12, (4) dropping a liquid crystal 50 inside the sealant 52 on the substrate 12 (under reduced pressure), (5) positioning the substrate 12 and the other substrate 11, (6) decreasing the pressure again, (7) bringing the substrate 11 into contact with the sealant 52 to overlap with the substrate 12, (8) increasing the pressure to form a gap between the substrates 11 and 12, and (9) curing the sealant 52 before the liquid crystal 50 is brought into contact with the sealant 52.

[0030]

Fig. 4 is a schematic overall cross-sectional view of a liquid crystal encapsulating apparatus used for the liquid crystal encapsulating method of the present invention shown in Figs. 1 to 3.

[0031]

Among reference numbers, 2 is for a vacuum chamber, 3 for a substrate withdrawal slider, 4 for a substrate withdrawal port, 5 for a XYZθ table, 1 for a liquid crystal dropping dispenser, 6 for a substrate positioning optical system, 7 for an ultraviolet or visible ray irradiation lamp, 11 and 12 for substrates, and 60 for a liquid crystal cell formed by overlapping the substrates 11 and 12.

[0032]

To be specific, the substrates 11 and 12 are adapted to move in and out of the vacuum chamber 2 by opening and closing the substrate withdrawal port 4 to get the substrate withdrawal slider sliding in a direction of an arrow C. The XYZ $\theta$  table 5 mounted with the substrate 11 moves just beneath the liquid crystal dropping dispenser 1, and then the liquid crystal is dropped from the liquid crystal dropping dispenser 1 onto the substrate 11 inside the sealant. Then, positioning is performed in such a manner that the XYZ $\theta$  table 5 mounted with the substrate 12 moves in X and/or Y directions as well as in a  $\theta$  direction, and at least two positioning marks (not shown) provided on each of the substrates 11 and 12 are detected to overlap with accuracy by the substrate positioning optical system 6. Thereafter, the pressure is increased and the XYZ $\theta$  table 5 moves in a Z direction, so that the substrates 11 and 12 are laid over each other and bonded through the sealant. Then, the XYZ $\theta$  table 5 mounted with the liquid crystal cell 60 combining the substrates 11 and 12 moves in a direction of an arrow D, and the sealant is cured by the ultraviolet or visible ray irradiation lamp 7.

[0033]

As set forth above, according to the liquid crystal encapsulating method or the dropping method for the present

embodiment, because the liquid crystal is not brought into contact with the sealant that has not been cured, it is possible to prevent the liquid crystal from being contaminated or from being leaked out through the sealant, and thus it is possible to guarantee a high yield of fabrication. As a result, the dropping method can be put to practical use, and the following effects are produced over the conventional injecting method which has been generally used. To be specific, a time to encapsulate the liquid crystal can be shortened from 3-10 hours of the injecting method to about 10 minutes, so that it is possible to improve production efficiency. Thus, the liquid crystal display element can be made in a big size and with high precision. Further, it is possible to prevent contamination of the liquid crystal by the dipping, waste of the expensive liquid crystal by the dipping, mixture of air bubbles into the liquid crystal during the injection, generation of vacuum bubbles, and mixture of air bubbles during sealing after the injection, all of which are found in the injecting method. In addition, because the injection port is not required, it is necessary to wipe out the liquid crystal around the injection port after the dipping, and to cleanse the liquid crystal attached on the gap portion between the opposite substrates around the injection port, so that it is possible to decrease the number of fabrication processes, to

make production reasonable, and to shorten a production time.

[0034]

«Simple Matrix Type Liquid Crystal Display Device»

Fig. 5 is a perspective view of a main part of a liquid crystal display element 62 in a simple matrix type liquid crystal display device to which the present invention can be applied.

[0035]

In Fig. 5, in order to orient liquid crystal molecules to have a twisted spiral structure between two upper and lower electrode substrates 11 and 12 between which a liquid crystal layer 50 is fitted, there is a so-called rubbing method of scrubbing, with for example a cloth in one direction, surfaces of alignment layers 21 and 22, which are formed of an organic polymeric resin such as polyimide and come into contact with the liquid crystal, on the transparent upper and lower electrode substrates 11 and 12. Here, scrubbing directions, namely rubbing directions: one 66 for the upper electrode substrate 11 and the other 67 for the lower electrode substrate 12 become arrangement directions of the liquid crystal. The two upper and lower electrode substrates 11 and 12 oriented in this manner are faced to have a gap d1 such that their rubbing directions 66 and 67 are intersected in a range between about 180 to 360 degrees, and then are bonded by the frame-like sealant 52.



Then, a nematic liquid crystal having positive dielectric anisotropy, to which a desired quantity of optically active substance is added, is encapsulated in the gap using the method shown in Figs. 1 to 3. Thereby, the liquid crystal molecules have a molecular arrangement of the spiral structure between the electrode substrates at a twist angle  $\theta$  in Fig. 5. Further, reference numbers 31 and 32 denote transparent upper and lower electrodes formed of, for example, ITO (Indium Tin Oxide). A member 40 (hereinafter, referred to as a birefringent member) producing birefringence effects is disposed on the upper electrode substrate 11 of a liquid crystal cell 60 constructed in this manner, and upper and lower polarizers 15 and 16 are interposed between the member 40 and the liquid crystal cell 60.

[0036]

The twist angle  $\theta$  of the liquid crystal molecules in the liquid crystal 50 may have a range between 180 and 360 degrees, preferably between 200 and 300 degrees. However, most preferably, twist angle  $\theta$  has a range between 230 and 270 degrees, from a practical viewpoint that a lighted state around a critical value of a transmittance-to-applied voltage curve avoids a phenomenon having light scattering orientation and maintains a good splitting characteristic. This condition basically serves to realize the good

splitting characteristic by making a response of the liquid crystal molecules to the voltage more sensitive. Further, in order to obtain an excellent quality of display, a product  $\Delta n_1 \cdot d_1$  of refractive anisotropy  $\Delta n_1$  and thickness  $d_1$  of the liquid crystal layer 50 is preferably set to a range from 0.5 to 1.0  $\mu\text{m}$ , and more preferably from 0.6 to 0.9  $\mu\text{m}$ .

[0037]

The birefringent member 40 serves not only to modulate polarization of the light transmitting the liquid crystal cell 60 but also convert display of only colored colors into display of white and black in a unit cell of the liquid crystal cell 60. In this end, a product  $\Delta n_2 \cdot d_2$  of refractive anisotropy  $\Delta n_2$  and thickness  $d_2$  of the birefringent member 40 is very important, and is preferably set to a range from 0.4 to 0.8  $\mu\text{m}$ , and more preferably from 0.5 to 0.7  $\mu\text{m}$ .

[0038]

Further, since the liquid crystal display element 62 makes use of elliptical polarization by birefringence, relationship between axes of the polarizers 15 and 16, an optical axis of the birefringent member 40 when it is used as a uniaxial transparent birefringent plate, and liquid crystal arrangement directions 66 and 67 of the electrode substrates 11 and 12 of the liquid crystal cell 60 is extremely important.

[0039]

However, as shown in Fig. 6, an optical shield film 33D is provided between red, green and blue color filters 33R, 33G and 33B on the upper electrode substrate 11, and thereby it is possible to display many colors.

[0040]

Further, a smooth layer 23 of an insulating material is formed on the respective filters 33R, 33G and 33B and the optical shield film 33D in order to reduce influence of their unevenness, and then upper electrode 31 and alignment layer 21 are formed.

[0041]

Fig. 7 is an exploded perspective view showing a liquid crystal display element 62, a driving circuit for driving the liquid crystal display element 62, and a liquid crystal display module 63 integrating a light source in a compact manner.

[0042]

A semiconductor IC 34 driving a liquid crystal display element 62 is provided with a window for inserting the liquid crystal display element 62 in the middle thereof, and is mounted on a printed board 35 of a mold frame on which a liquid crystal driving circuit is formed. The printed board 35 inserting the liquid crystal display element 62 is inserted in a window of the mold frame formed of a plastic mold. This result overlaps with a metal frame 41, and a

nail 43 is folded into a cutaway 44 of the mold frame 42.

Thereby, the frame 41 is fixed to the mold frame 42.

[0043]

An inverter power circuit (not shown) for turning on the cold cathode fluorescent tubes 36 is received in a recess (not shown and opposite to a recess 45 of the reflective plate 38) formed on a right rear portion of the mold frame 42. The diffusing plate 39, the light guide body 37, the cold cathode fluorescent tubes 36, and the reflective plate 38 are fixed by folding a tongue member 47 provided on the reflective plate 38 into a small hole 47 formed on the mold frame 42.

[0044]

Figs. 8 and 9 show examples of employing the liquid crystal display module 63 shown in Fig. 7 to a display section of a lap-top PC, respectively.

[0045]

Fig. 8 shows the example in a block diagram, and Fig. 9 shows the example mounted on the lap-top PC 64. A result computed at a micro-processor 49 is for driving the liquid crystal display module 63 at a driving semiconductor IC 34 through a controlling LSI 48.

[0046]

Although the embodiments of the present invention have been illustrated and described, it will be apparent to those

skilled in the art that various changes and modifications can be made without departing from the spirit of the present invention. For example, the present invention may be applied to simple matrix type liquid crystal display devices, active matrix liquid crystal display devices of a longitudinal or transverse electric field type, or liquid crystal display devices of a COG (Chip-On-Glass) type

[0047]

[Effects of the Invention]

As set forth above, according to the liquid crystal encapsulating method or the dropping method for the present embodiment, because the liquid crystal is not brought into contact with the sealant that has not been cured, it is possible to prevent contamination of the liquid crystal, and thus to improve a yield of fabrication. As a result, the dropping method can be put to practical use, and the liquid crystal injection time can be considerably shortened, and thus it is possible to improve production efficiency.

Further, because the injection port is not required, it is necessary to wipe out the liquid crystal around the injection port after the dipping, and to cleanse the liquid crystal attached on the gap portion between the opposite substrates around the injection port, so that it is possible to decrease the number of fabrication processes, to make production reasonable, and to shorten a production time

(lead time). In addition, because the problem on the long time of the liquid crystal injection process, with which the conventional injecting method that has been generally performed is confronted, can be overcome, the effects of the present invention are remarkable, whose values are gradually increased.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

Figs. 1a to 1e are schematic cross-sectional views showing a liquid crystal encapsulating method (dropping method) according to one embodiment of the present invention, respectively.

[Fig. 2]

Fig. 2a is the same view as Fig. 1d, and Fig. 2b is a magnified view of a main part of Fig. 2a.

[Fig. 3]

Fig. 3 is a flowchart of a liquid crystal encapsulating method according to one embodiment of the present invention.

[Fig. 4]

Fig. 4 is a schematic overall cross-sectional view of a liquid crystal encapsulating apparatus used for a liquid crystal encapsulating method of the present invention.

[Fig. 5]

Figs. 5 is a schematic overall perspective view of a liquid crystal display element in a simple matrix type

liquid crystal display device to which the present invention can be applied.

[Fig. 6]

Fig. 6 is a partial cutaway perspective view of an upper electrode substrate of a separate color liquid crystal display element of a simple matrix type.

[Fig. 7]

Fig. 7 is an exploded perspective view of an example of a simple matrix type liquid crystal display module.

[Fig. 8]

Fig. 8 is a block diagram of an example of a lap-top PC assembled with the liquid crystal display module of Fig. 7.

[Fig. 9]

Fig. 9 is an appearance perspective view of a lap-top PC assembled with the liquid crystal display module of Fig. 7.

[Fig. 10]

Figs. 10a to 10e are schematic cross-sectional views showing a conventional first liquid crystal encapsulating method (or an injecting method), respectively.

[Fig. 11]

Fig. 11a is a schematic cross-sectional view showing a conventional, second liquid crystal encapsulating method (or a dropping method), and Fig. 11b is a magnified view of a main part of Fig. 11a.

[Reference Numerals]

- 1: liquid crystal dropping dispenser
- 11, 12: substrate
- 50: liquid crystal
- 52: sealant
- 60: liquid crystal cell
- 2: vacuum chamber
- 3: substrate withdrawal slider
- 4: substrate withdrawal port
- 5: XYZ $\theta$  table
- 6: substrate positioning optical system
- 7: ultraviolet or visible ray irradiation lamp



Legends to be inserted in the drawings

Fig. 3

- (1) Prepare substrate 12
- (2) Print alignment layer and rubbing
- (3) Form sealant 52 on substrate 12
- (4) Drop liquid crystal 50 inside sealant 52 on substrate 12  
(under reduced pressure)
- (5) Position substrate 12 and substrate 11
- (6) Decrease pressure again,
- (7) Bring substrate 11 into contact with sealant 52 to  
overlap with substrate 12
- (8) Increase pressure to form gap between substrates 11 and  
12
- (9) Cure sealant 52 before liquid crystal 50 is brought into  
contact with sealant 52

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-109388

(43)公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51)Int. Cl. <sup>6</sup>  
G02F 1/1341  
1/13

識別記号  
101

F I  
G02F 1/1341  
1/13

101

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-270964

(22)出願日 平成9年(1997)10月3日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 谷口 雄三

東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株  
式会社日立製作所内

(72)発明者 石川 光重

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 田中 勉

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 中村 純之助

最終頁に続く

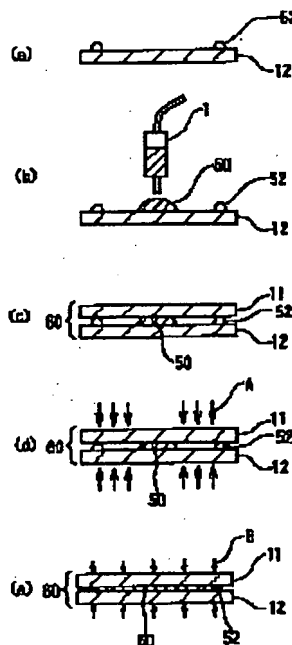
(54)【発明の名称】液晶表示装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】現在提案されている滴下法を改善し、シール剤による液晶の汚染劣化を防止する。

【解決手段】減圧下で、一方の基板12上に枠状に設けた紫外線または可視光硬化型シール剤52の内側に、液晶滴下ディスペンサ1から所要量の液晶50を滴下し、他方の基板11を位置合わせし、さらに減圧し、両基板11、12にシール剤52を接触させて重ね合わせ、増圧して両基板11、12のギャップ出しを行い、シール剤52に向かって拡散する液晶50がシール剤52に接触する前に、該シール剤52を硬化させる。

■ 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 減圧下で、第1の基板上に枠状に設けたシール剤の内側に所定量の液晶を載せる第1の工程と、前記第1の基板と第2の基板とを位置合わせし、該第2の基板を前記シール剤に接触させて重ね合わせる第2の工程と、増圧し、拡散する前記液晶が前記シール剤に接触する前に、該シール剤を硬化させる第3の工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項2】 前記第2の工程の前記位置合わせ後に、さらに減圧することを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項3】 前記第1の工程において、第1の基板上に前記液晶を多数点に滴下することを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項4】 前記シール剤として、紫外線または可視光硬化型樹脂接着剤を用い、前記第3の工程において、該シール剤を紫外線または可視光で硬化させることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、2枚の基板を所定の間隔を隔てて重ね合わせ、その間隙に液晶を封入する構造の液晶表示素子を有する液晶表示装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置（すなわち、液晶表示モジュール）は、例えば、透明画素電極や配向膜等の各種層を積層した面がそれぞれ対向するように所定の間隔を隔てて2枚の透明ガラス等からなる絶縁基板を重ね合わせ、該両基板間の縁周囲に枠状（ほぼ「口」の字状）に設けたシール剤により、両基板を貼り合わせるとともにシール剤の内側の両基板間に液晶を封止し、さらに両基板の外側にそれぞれ偏光板を設けてなる液晶表示素子（すなわち、液晶表示部、液晶表示パネル、LCD（リキッドクリスタルディスプレイ））と、この液晶表示素子の下に配置され、液晶表示素子に光を供給するバックライトと、液晶表示素子の外周部の外側に配置した液晶表示素子駆動用回路基板と、これらの各部材を保持するプラスチックモールド成型品からなる枠状体と、これらの各部材を収納し、液晶表示素子の周囲を覆い、その表示領域を露出させる開口部を有する金属製シールドケース（メタルフレーム）等から構成されている。

【0003】 図10(a)～(e)は、従来の第1の液晶封入組立法（注入法）を示す概略工程断面図である。

【0004】 まず、(a)に示すように、配向膜（ここでは図示省略。図5、6の符号21、22参照）を形成した2枚の基板のうちの一方の基板12の配向膜上に、液晶注入口の部分を除いて、基板の縁周囲に枠状に熱硬化型シール剤（接着剤）52を塗布して形成する。

【0005】 次に、基板12の配向膜上に、多数の球状のビーズ等からなる2枚の基板間のギャップ（間隔）を確保するスペーサ（図示省略）を分散させた後、基板12に対して基板11を位置合わせし、(b)に示すように、基板11を硬化前のシール剤52に接触させ、該シール剤52を介して他方の基板11を重ね合わせ、貼り合わせる。

【0006】 次に、(c)に示すように、2枚の圧着板13、14を介して基板12と11に圧力をかけ、硬化前のシール剤52により接着して空のセル60を作製する。

【0007】 次に、減圧下で、(d)に示すように、液晶注入口51を、液晶皿17に入れた液晶50中に浸漬した後、増圧し（大気圧下に戻し）、圧力差により液晶50を空のセル60内部に注入する。

【0008】 最後に、(e)に示すように、液晶注入口51を封止樹脂（接着剤）18で封止する。このような液晶封入方法は、注入法と称される。

【0009】 図11(a)は、従来の第2の液晶封入組立法（滴下法）を示す概略断面図、(b)は(a)の要部拡大図である。

【0010】 まず、(a)に示すように、配向膜（図示省略）を形成した基板12の配向膜上に、液晶注入口を設けず、枠状にシール剤52を形成する。次いで、基板12の配向膜上にスペーサ（図示省略）を分散させる。次に、該基板12の中央部に必要量の液晶50を滴下する。次に、基板12と基板11とを位置合わせし、硬化前のシール剤52を介して他方の基板11を重ね合わせ、圧着板13、14を介して基板12と基板11に圧力をかけ、液晶50を間隙全体に拡散させ、硬化前のシール剤52により基板12と基板11とを接着させ、液晶が封止された液晶セル60を作製する。このような液晶封入方法を、以下「滴下法」と称す。この滴下法に関しては、例えば、特開昭63-179323号公報に記載されている。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】 前記注入法では、両基板11、12間の間隔は数 $\mu\text{m}$ と非常に狭いので、この狭い間隔に液晶を注入するのに3～10時間と長時間を要し、生産効率が低く、液晶表示素子の大型化、高精細化の妨げとなっている。また、注入法では、浸漬による液晶の汚染、浸漬による高価な液晶の浪費、注入作業中の液晶への気泡の混入、真空泡の発生、注入後の封止時の気泡混入が発生しやすい。さらに、注入口封止部の接着力確保のための浸漬後の注入口部の液晶の拭き取り除去、注入口近傍の両基板の間隙部に付着した液晶の洗浄が必要となり、製造工程数が増加する。

【0012】 これらの問題を解決する方法として、前記滴下法が提案されているが、従来の滴下法では、液晶がシール剤に接触する前にシール剤を硬化させる方法は取

られておらず、シール剤成分が液晶内に溶出して液晶を劣化させ、表示品質を低下させたり、シール剤から液晶がはみ出したりする問題がある(図11(b)参照)。例えば、前記特開昭63-179323号公報においては、液晶を載せた後、この液晶が拡散して周辺のシール剤端面に到達するまでに、他方の基板を重ね合わせ、減圧、圧着した後、シール剤を固化することが記載されている。

【0013】なお、滴下法において、一方の基板に他方の基板をシール剤を介して重ね合わせる前に、シール剤を硬化させると、両基板間のギャップ出しが不可能となる。

【0014】本発明の目的は、現在提案されている滴下法を改善し、シール剤による液晶の汚染を防止できる液晶表示装置の製造方法を提供することにある。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明の液晶表示装置の製造方法では、減圧下で、一方の基板上に枠状に設けたシール剤の内側に所要量の液晶を載せ、他方の基板を位置合わせし、他方の基板を前記シール剤に接触させて両基板を重ね合わせ、増圧し、前記液晶が拡散し、前記シール剤に接触する前に、該シール剤を硬化させることを特徴とする。このように、周縁部のシール剤に向かって拡散する液晶がシール剤に接触する前にシール剤を硬化させることにより、シール剤成分が液晶内に溶出して液晶を劣化させるのを防止できる。

【0016】なお、液晶の滴下を、減圧下で行うことにより、液晶にガスが巻き込まれるのを防止する。

【0017】また、第2の工程の両基板位置合わせ後に、さらに減圧することにより、セル内に気泡が残存するのを防止する。

【0018】また、減圧下の液晶滴下と両基板の重ね合わせを行った後、増圧することにより、セル内外の圧力差により、両基板間に間隙が形成される。その後、シール剤の硬化を完了させる。その後、液晶が徐々に拡がり、シール剤に接触することになる。これにより、液晶が未硬化のシール剤に接触することが防止できる。

【0019】また、前記第1の工程において、第1の基板上に前記液晶を多数点に滴下することにより、セル内に気泡が残存するのを防止する。

【0020】また、前記シール剤として、紫外線または可視光硬化型樹脂接着剤を用い、前記第3の工程において、該シール剤を紫外線または可視光で硬化させる。これにより、液晶がシール剤に接触する前にシール剤を容易に硬化できる。

#### 【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、以下で説明する図面で、同一機能を有するものは同一符号を付け、その

繰り返しの説明は省略する。

【0022】図1(a)～(e)は、本発明の一実施の形態の液晶封入組立法(滴下法)を示す概略工程断面図である。図2(a)は、図1(d)と同様の図、(b)は(a)の要部拡大図である。

【0023】まず、(a)に示すように、配向膜(ここでは図示省略。図5、6の符号21、22参照)を形成した一方の基板12の縁周囲に、紫外線または可視光硬化型樹脂接着剤からなるシール剤52を枠状に塗布する。次に、シール剤52の内側の基板12上に、例えば直径6.5μmの多数個のビーズを混入させた溶媒を塗布する。

【0024】次に、減圧下(例えば10 Torr程度)において、(b)に示すように、液晶滴下ディスペンサ1(図4参照)を用いて液晶50を多数点に滴下する(図では、簡略化のため、多数点滴下を図示省略)。なお、減圧下で液晶50を滴下するのは、液晶50にガスが巻き込まれるのを防止するためである。

【0025】次に、(c)に示すように、基板12に対して他方の基板11を位置合わせし、さらに減圧して(例えば0.1 Torr程度)、硬化前のシール剤52に基板11を接触させて重ね合わせる。なお、基板11、12の位置合わせ後に、さらに減圧するのは、液晶セル60内の気泡の残留を防止するためである。

【0026】次に、(d)、図2(a)、(b)に示すように、増圧し(例えば数百 Torr程度)、液晶セル60内外の圧力差により、両基板11、12間に間隙を形成し、静圧でシール52部のギャップ出しを行う。なお、(d)の複数の矢印Aは、静圧を示す。

【0027】最後に、(e)に示すように、周縁部のシール剤52に向かって拡散する液晶50がシール剤52に接触する前に、図2の紫外線または可視光照射ランプ7により、シール剤52に紫外線または可視光を照射して硬化させる。このように、拡散する液晶50がシール剤52に接触する前にシール剤52を硬化させることにより、シール剤の成分が液晶内に溶出して液晶を劣化させるのを防止でき、また、液晶50がシール剤52からはみ出すのを防止できる。

【0028】図3は、図1、2に示した本発明の一実施の形態の液晶封入組立法のフローチャートである。

【0029】すなわち、①基板12の製造、②配向膜印刷後、ラビング、③基板12上にシール剤52形成、④基板12上のシール剤52内側に液晶50滴下(減圧下)、⑤基板12と基板11との位置合わせ、⑥さらに減圧、⑦基板11をシール剤52に接触させて基板12へ重ね合わせ、⑧増圧し、基板11と基板12間のギャップ出し、⑨液晶50のシール剤52への接触前の、シール剤52硬化である。

【0030】図4は、図1～3に示した本発明の液晶封入組立法に使用する液晶封入組立装置の概略全体断面図

である。

【0031】2は真空チャンバ、3は基板出し入れスライダ、4は基板出し入れ口、5はXYZθテーブル、1は液晶滴下ディスペンサ、6は基板位置合わせ光学系、7は紫外線または可視光照射ランプ、11、12は基板、60は基板11、12を重ね合わせてなる液晶セルである。

【0032】すなわち、基板11と12は、基板出し入れ口4を開閉させ、矢印C方向にスライドする基板出し入れスライダ3により真空チャンバ2内に出し入れする。基板11が載置されたXYZθテーブル5を、液晶滴下ディスペンサ1の真下に移動し、液晶滴下ディスペンサ1からシール剤の内側の基板12上に液晶を滴下する。次に、基板12の載ったXYZθテーブル5を、X方向、Y方向に移動させ、かつθ方向に回転させ、基板11、12の両方にそれぞれ2箇所以上設けられた位置合わせマーク（図示省略）がちょうど重なるように基板位置合わせ光学系6により検出し、位置合わせを行う。その後、増圧し、XYZθテーブル5を矢印Z方向に移動させることにより、基板11と12とをシール剤を介して重ね合わせ、貼り合わせる。次に、両基板11、12を組み合わせた液晶セル60の載ったXYZθテーブル5を矢印D方向に移動させ、紫外線または可視光照射ランプ7により、シール剤を硬化させる。

【0033】以上説明したように、本実施の形態では、滴下法による液晶封入組立方法において、液晶が未硬化のシール剤と接触しないため、液晶の汚染やシール剤からはみ出しを防止することができ、高歩留りで製造することが可能である。この結果、滴下法を実用化することができ、従来、一般に用いられている注入法に比較して次の効果がある。すなわち、液晶封入時間を注入法の3～10時間から10分程度に短縮でき、生産効率を向上できる。したがって、液晶表示素子の大型化、高精細化を実現することができる。また、注入法における浸漬による液晶の汚染、高価な液晶の浪費、注入作業中の液晶への気泡の混入、真空泡の発生、注入後の封止時の気泡混入の発生を防止できる。さらに、注入口が不要なので、注入口部の液晶の拭き取り除去、注入口部近傍の両基板の間隙部に付着した液晶の洗浄が不要となり、製造工程数が低減し、生産の合理化、製造時間の短縮が可能となる。

【0034】《単純マトリクス方式液晶表示装置》図5は、本発明が適用可能な単純マトリクス方式液晶表示装置の液晶表示素子62の要部斜視図である。

【0035】図5において、液晶層50を挟持する2枚の上、下電極基板11、12間で液晶分子がねじれたらせん状構造をなすように配向させるには、例えばガラスからなる透明な上、下電極基板11、12上の、液晶に接する、例えばポリイミドからなる有機高分子樹脂からなる配向膜21、22の表面を、例えば布などで一方

にこする方法、いわゆるラビング法が採られている。このときのこする方向、すなわちラビング方向、上電極基板11においてはラビング方向66、下電極基板12においてはラビング方向67が液晶分子の配列方向となる。このようにして配向処理された2枚の上、下電極基板11、12をそれぞれのラビング方向66、67が互いにほぼ180度から360度で交叉するように間隙d<sub>1</sub>をもたせて対向させ、2枚の電極基板11、12を、枠状のシール剤52により接着し、その間隙に正の誘電異方性をもち、旋光性物質を所定量添加されたネマチック液晶を図1～3に示した方法を用いて封入すると、液晶分子はその電極基板間で図中のねじれ角θのらせん状構造の分子配列をする。なお、31、32はそれぞれ例えば酸化インジウム（ITO：インジウム チン オキシド（Indium Tin Oxide））等からなる透明な上、下電極である。このようにして構成された液晶セル60の上電極基板11の上側に複屈折効果をもたらす部材（以下複屈折部材と称す）40が配設されており、さらに、この部材40および液晶セル60を挟んで、下偏光板15、16が設けられる。

【0036】液晶50における液晶分子のねじれ角θは180度から360度の範囲の値を採り得るが、好ましくは200度から300度であるが、透過率-印加電圧カーブのしきい値近傍の点灯状態が光を散乱する配向となる現象を避け、優れた時分割特性を維持するという実用的な観点からすれば、230度から270度の範囲がより好ましい。この条件は基本的には電圧に対する液晶分子の応答をより敏感にし、優れた時分割特性を実現するように作用する。また優れた表示品質を得るためには液晶層50の屈折率異方性 $\Delta n_1$ とその厚さ $d_1$ の積 $\Delta n_1 \cdot d_1$ は好ましくは0.5 $\mu\text{m}$ から1.0 $\mu\text{m}$ 、より好ましくは0.6 $\mu\text{m}$ から0.9 $\mu\text{m}$ の範囲に設定することが望ましい。

【0037】複屈折部材40は液晶セル60を透過する光の偏光状態を変調するように作用し、液晶セル60単体では着色した表示しかできなかったものを白黒の表示に変換するものである。このためには複屈折部材40の屈折率異方性 $\Delta n_2$ とその厚さ $d_2$ の積 $\Delta n_2 \cdot d_2$ が極めて重要で、好ましくは0.4 $\mu\text{m}$ から0.8 $\mu\text{m}$ 、より好ましくは0.5 $\mu\text{m}$ から0.7 $\mu\text{m}$ の範囲に設定する。

【0038】さらに、この液晶表示素子62は複屈折による楕円偏光を利用しているので偏光板15、16の軸と、複屈折部材40として一軸性の透明複屈折板を用いる場合はその光学軸と、液晶セル60の電極基板11、12の液晶配列方向66、67との関係が極めて重要である。

【0039】ただし、図6に示す如く、上電極基板11上に赤、緑、青のカラーフィルタ33R、33G、33B、各フィルター同志の間に光遮光膜33Dを設けることにより、多色表示が可能になる。

10

20

30

40

50

【0040】なお、図6においては、各フィルタ33R、33G、33B、光遮光膜33Dの上に、これらの凹凸の影響を軽減するため絶縁物からなる平滑層23が形成された上に上電極31、配向膜21が形成されている。

【0041】図7は、液晶表示素子62と、この液晶表示素子62を駆動するための駆動回路と、光源をコンパクトに一体にまとめた液晶表示モジュール63を示す分解斜視図である。

【0042】液晶表示素子62を駆動する半導体IC34は、中央に液晶表示素子62を嵌め込むための窓部を備え、液晶駆動用の回路が形成された枠状体のプリント基板35に搭載される。液晶表示素子62を嵌め込んだプリント基板35はプラスチックモールドで形成された枠状体42の窓部に嵌め込まれ、これに金属製フレーム41を重ね、その爪43を枠状体42に形成されている切込み44内に折り曲げることによりフレーム41を枠状体42に固定する。

【0043】液晶表示素子62の上下端に配置される冷陰極蛍光管36、この冷陰極蛍光管36からの光を液晶表示セル60に均一に照射させるためのアクリル板からなる導光体37、金属板に白色塗料を塗布して形成された反射板38、導光体37からの光を拡散する乳白色の拡散板39が図7の順序で、枠状体42の裏側からその窓部に嵌め込まれる。冷陰極蛍光管36を点灯するためのインバータ電源回路(図示せず)は枠状体42の右側裏面に設けられた凹部(図示せず。反射板38の凹所45に対向する位置にある。)に収納される。拡散板39、導光体37、冷陰極蛍光管36および反射板38は、反射板38に設けられている舌片46を枠状体42に設けられている小口47内に折り曲げることにより固定される。

【0044】図8、9は、図7に示した液晶表示モジュール63をラップトップパソコンの表示部に使用したものである。

【0045】図8にそのブロックダイアグラムを、図9にラップトップパソコン64に実装した図を示す。マイクロプロセッサ49で計算した結果を、コントロール用LSI48を介して駆動用半導体IC34で液晶表示モジュール63を駆動するものである。

【0046】以上本発明を実施の形態に基づいて具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。例えば、本発明は、単純マトリクス方式の液晶表示装置にも、縦電界方式や横電界方式のアクティブマトリクス方式の液晶表示装置にも、あるいはCOG(チップオンガラス)方式の液晶表

示装置にも適用可能なことは言うまでもない。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、滴下法による液晶封入組立方法において、液晶が未硬化のシール剤と接触しないため、液晶の汚染を防止することができ、歩留りを向上できる。この結果、滴下法を実用化することができ、液晶注入時間を大幅に短縮でき、生産効率を向上できる。また、注入口が不要なので、注入法における注入口部の液晶の拭き取り除去、注入口部近傍の両基板の間隙部に付着した液晶の洗浄が不要となり、製造工程数が低減し、生産の合理化、製造時間(リードタイム)の短縮が可能となる。なお、本発明は、今後、液晶ディスプレイの大型化、高精細化の流れの中で、従来一般に行われている注入法が抱える液晶注入工程の長時間化の問題を解決できるため、本発明の効果は顕著であり、その価値は益々増大する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(e)は、本発明の一実施の形態の液晶封入組立法(滴下法)を示す概略工程断面図である。

【図2】(a)は、図1(d)と同様の図、(b)は(a)の要部拡大図である。

【図3】本発明の一実施の形態の液晶封入組立法のフローチャートである。

【図4】本発明の液晶封入組立法に使用する液晶封入組立装置の概略全体断面図である。

【図5】本発明が適用可能な単純マトリクス方式液晶表示装置の液晶表示素子の全体概略分解斜視図である。

【図6】単純マトリクス方式の別のカラー液晶表示素子の上電極基板部の一部切欠斜視図である。

【図7】単純マトリクス方式の液晶表示モジュールの一例の分解斜視図である。

【図8】図7の液晶表示モジュールを組み込んだラップトップパソコンの一例のブロックダイアグラムである。

【図9】図7の液晶表示モジュールを組み込んだラップトップパソコンの一例の外観斜視図である。

【図10】(a)～(e)は従来の第1の液晶封入組立法(注入法)を示す概略工程断面図である。

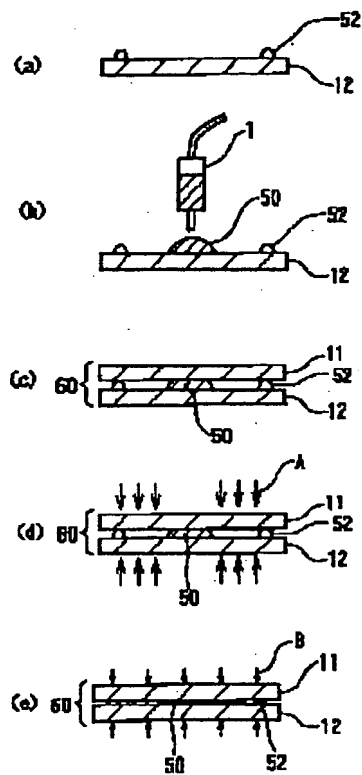
【図11】(a)は従来の第2の液晶封入組立法(滴下法)を示す概略断面図、(b)は(a)の要部拡大図である。

【符号の説明】

1…液晶滴下ディスペンサ、11、12…基板、50…液晶、52…シール剤、60…液晶セル、2…真空チャンバ、3…基板出し入れスライダ、4…基板出し入れ口、5…XYZθテーブル、6…基板位置合わせ光学系、7…紫外線または可視光照射ランプ。

【図1】

図1



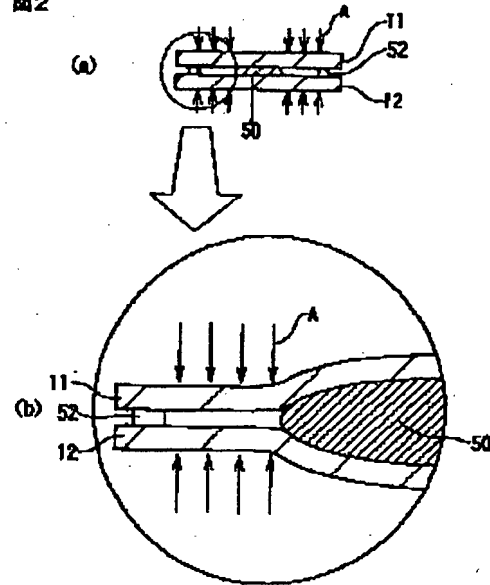
【図3】

図3

- ①基板12の製造
- ↓
- ②組向膜印刷後、ラビング
- ↓
- ③基板12上にシール剤52形成
- ↓
- ④基板12上のシール剤52内側に液層50滴下(減圧下)
- ↓
- ⑤基板12と基板11との位置合わせ
- ↓
- ⑥さらに減圧
- ↓
- ⑦基板11をシール剤52に接触させて基板12へ重ね合わせ
- ↓
- ⑧増圧し、基板11と基板12間のギャップ出し
- ↓
- ⑨液層50のシール剤52への接触前の、シール剤52硬化

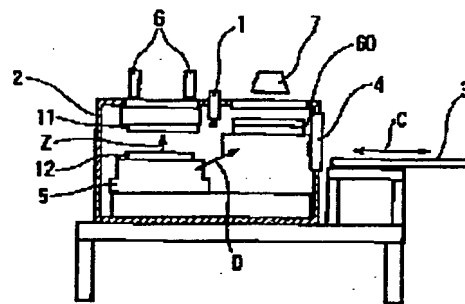
【図2】

図2

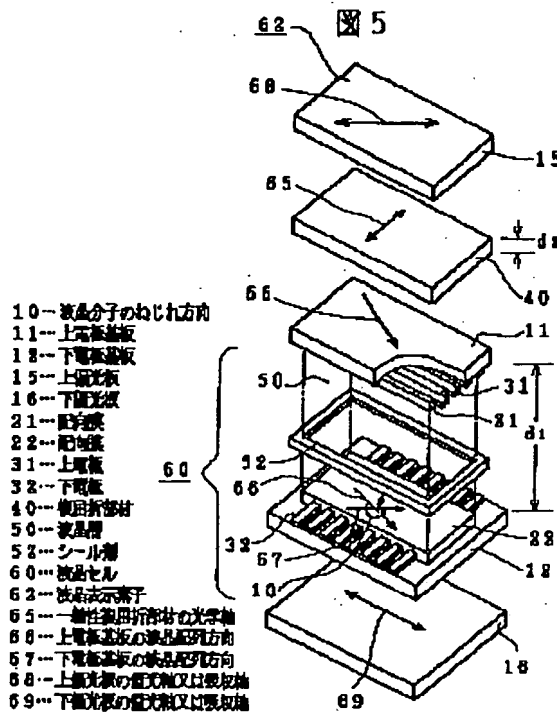


【図4】

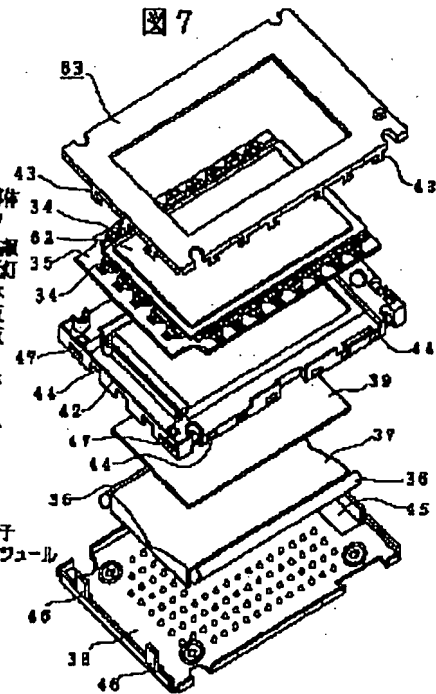
図4



【図5】

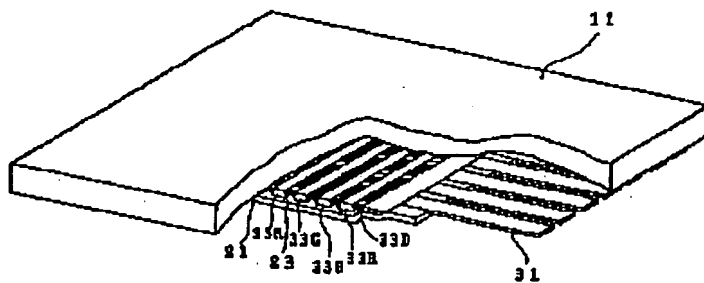


【図7】



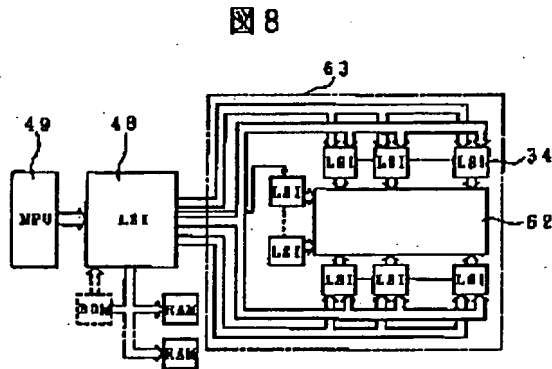
【図6】

図6



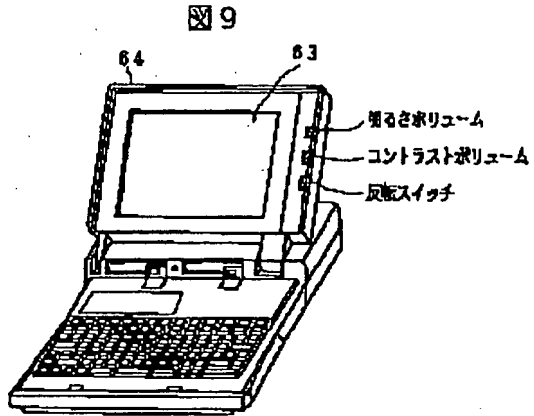


【図8】

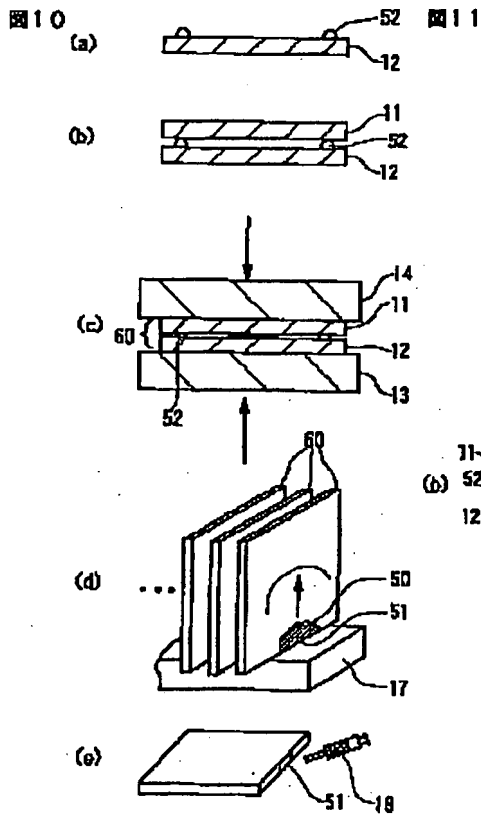


34—駆動IC  
48—コントロール用LSI  
49—マイクロプロセッサユニット  
62—液晶表示素子  
63—液晶表示モジュール  
64—ラップトップパソコン

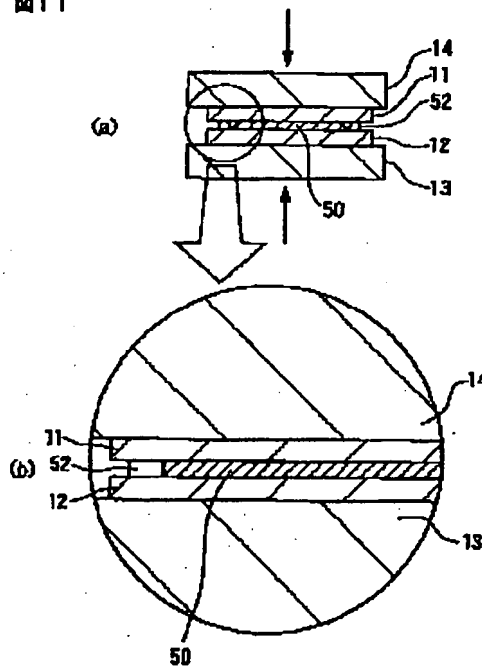
【図9】



【図10】



【図11】



## フロントページの続き

(72)発明者 新井 好宏  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 廣瀬 秀幸  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 土方 洋次  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 小泉 清秀  
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株  
式会社日立製作所内

(72)発明者 小川 義衛  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 中沢 満  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 千野 貴之  
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株  
式会社日立製作所内